



PTO/SB/21 (01-03)

Approved for use through 04/30/2003. OMB 0651-0031

U.S. Patent and Trademark Office; U.S. DEPARTMENT OF COMMERCE

Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it displays a valid OMB control number.

TRANSMITTAL FORM (to be used for all correspondence after initial filing)	Application Number	10/811,100
	Filing Date	March 26, 2004
	First Named Inventor	Bilgic et al.
	Art Unit	
	Examiner Name	
Total Number of Pages in This Submission	Attorney Docket Number	LLP116US

ENCLOSURES (Check all that apply)		
<input type="checkbox"/> Fee Transmittal Form	<input type="checkbox"/> Drawing(s)	<input type="checkbox"/> After Allowance Communication to Group
<input type="checkbox"/> Fee Attached	<input type="checkbox"/> Licensing-related Papers	<input type="checkbox"/> Appeal Communication to Board of Appeals and Interferences
<input type="checkbox"/> Amendment/Reply	<input type="checkbox"/> Petition	<input type="checkbox"/> Appeal Communication to Group (Appeal Notice, Brief, Reply Brief)
<input type="checkbox"/> After Final	<input type="checkbox"/> Petition to Convert to a Provisional Application	<input type="checkbox"/> Proprietary Information
<input type="checkbox"/> Affidavits/declaration(s)	<input type="checkbox"/> Power of Attorney, Revocation	<input type="checkbox"/> Status Letter
<input type="checkbox"/> Extension of Time Request	<input type="checkbox"/> Change of Correspondence Address	<input type="checkbox"/> Other Enclosure(s) (please identify below):
<input type="checkbox"/> Express Abandonment Request	<input type="checkbox"/> Terminal Disclaimer	
<input type="checkbox"/> Information Disclosure Statement	<input type="checkbox"/> Request for Refund	
<input checked="" type="checkbox"/> Certified Copy of Priority Document(s)	<input type="checkbox"/> CD, Number of CD(s) _____	
<input type="checkbox"/> Response to Missing Parts/Incomplete Application	Remarks	
<input type="checkbox"/> Response to Missing Parts under 37 CFR 1.52 or 1.53		
SIGNATURE OF APPLICANT, ATTORNEY, OR AGENT		
Firm or Individual	Thomas G. Eschweiler, Eschweiler & Associates, LLC National City Bank Building, 629 Euclid Avenue, Suite 1210 Cleveland, OH 44114	
Signature		
Date	April 7, 2004	

CERTIFICATE OF TRANSMISSION/MAILING			
I hereby certify that this correspondence is being facsimile transmitted to the USPTO or deposited with the United States Postal Service with sufficient postage as first class mail in an envelope addressed to: Commissioner for Patents, Washington, DC 20231 on this date: April 7, 2004			
Typed or printed	Christine Gillroy		
Signature		Date	April 7, 2004


This collection of information is required by 37 CFR 1.5. The information is required to obtain or retain a benefit by the public which is to file (and by the USPTO to process) an application. Confidentiality is governed by 35 U.S.C. 122 and 37 CFR 1.14. This collection is estimated to take 12 minutes to complete, including gathering, preparing, and submitting the completed application form to the USPTO. Time will vary depending upon the individual case. Any comments on the amount of time you require to complete this form and/or suggestions for reducing this burden, should be sent to the Chief Information Officer, U.S. Patent and Trademark Office, U.S. Department of Commerce, Washington, DC 20231. DO NOT SEND FEES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS. SEND TO: Commissioner for Patents, Washington, DC 20231.

If you need assistance in completing the form, call 1-800-PTO-9199 (1-800-786-9199) and select option 2.

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

 **Aktenzeichen:** 103 14 149.9

Anmeldetag: 28. März 2003

Anmelder/Inhaber: Infineon Technologies AG,
81669 München/DE

Bezeichnung: Frequenzkorrektur in einem Mobilfunkempfänger
mittels einer analogen und einer digitalen
Regelschleife

IPC: H 04 L, H 04 Q, H 03 J

 Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 25. März 2004
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Ebert

Beschreibung

Frequenzkorrektur in einem Mobilfunkempfänger mittels einer analogen und einer digitalen Regelschleife

5

Die vorliegende Erfindung betrifft ein System und ein Verfahren zur Frequenzkorrektur in einer Empfangsvorrichtung nach den unabhängigen Patentansprüchen. Die Erfindung bezieht sich insbesondere auf die Frequenzkorrektur in einer Empfangsvorrichtung einer Mobilstation eines Mobilkommunikationssystems.

10

In Sender-/Empfängerschaltungen werden lokale Oszillatoren zur Erzeugung einer Referenzfrequenz eingesetzt. In Empfängerschaltungen kann diese Referenzfrequenz einer Mischerstufe zugeführt werden, in der das Empfangssignal direkt oder über eine Zwischenfrequenz von der Trägerfrequenz in das Basisband gemischt wird. Eine Abweichung zwischen der Trägerfrequenz des empfangenen Signals und der dem Mischer zugeführten Referenzfrequenz des Empfängers führt zu Übertragungsfehlern im Empfänger. Eine derartige Abweichung kann aufgrund von Produktionstoleranzen, Temperatur- und Versorgungsspannungsschwankungen im Sender und/oder Empfänger und daraus resultierenden Schwankungen der Trägerfrequenz und/oder Referenzfrequenz oder durch den Dopplereffekt infolge einer Relativbewegung zwischen Basisstation und Mobilstation hervorgerufen werden.

15

20

25

Um den durch Frequenzversatz verursachten Übertragungsfehlern entgegenzuwirken, werden beispielsweise teure und qualitativ hochwertige Oszillatoren, die eine sehr stabile, d.h. schwankungsfreie und genaue Referenzfrequenz erzeugen, in den Sender-/Empfängerschaltungen eingesetzt. Ebenso können auch spannungsschwankungs- und temperaturkompensierte Oszillatoren zur Verringerung der Spannungsschwankungs- und Temperaturabhängigkeit der Referenzfrequenz verwendet werden. Ferner werden häufig sogenannte automatische Frequenzkorrekturkreise (AFC-Loop: Automatic Frequency Correction Loop) zur

30

35

genauen Einstellung der lokalen Referenzfrequenz benutzt. In einer AFC-Regelschleife wird der Frequenzversatz geschätzt und aus dem Schätzwert eine Steuerspannung erzeugt, die einem spannungsgesteuerten Oszillator zugeführt wird. Dessen Ausgangsfrequenz wird als Eingangsfrequenz für eine PLL-Regelschleife verwendet. Vor dem spannungsgesteuerten Oszillator ist ein Tiefpassfilter für eine Tiefpassfilterung des in die Steuerspannung gewandelten Schätzwertsignals eingesetzt. Zur Schätzung des Frequenzversatzes wird beispielsweise im Empfänger ein Pilotsignal mit bekanntem Inhalt benutzt. Ist die Datenrate des bekannten Signals deutlich größer als die mögliche Änderungsrate dieses Frequenzversatzes, so erfolgt die Ausregelung desselben sinnvoller Weise erst nach der Tiefpassfilterung des Schätzwertes. Dies ist häufig unverzichtbar, sowohl um die Qualität der Schätzwerte zu verbessern (kleinere Varianz) wie auch um eine ungewollte Dynamisierung des Regelprozesses, wie beispielsweise Schwingen, zu verhindern. Die Tiefpassfilterung ist von entscheidendem Nachteil bei schnellen oder gar sprunghaften Frequenzänderungen.

Eine solche sprunghafte Änderung der scheinbaren Frequenz des Senders tritt beispielsweise im 3GPP/UMTS/FDD-Mobilfunksystem auf, wenn der Empfang der Mobilstation für bestimmte Zeitabschnitte von einer Basisstation auf eine andere Basisstation umgeschaltet wird. In dem sogenannten "Inter-Frequency Compressed-Mode"-Betriebsfall wird der Empfang der ursprünglichen Basisstation unterbrochen und zu Messzwecken auf eine andere Basisstation mit einer anderen Trägerfrequenz geschaltet. Die in dem UMTS-Standard vorgesehene Schaltzeit ist dabei extrem kurz.

Obwohl der UMTS-Standard eine recht hohe Anforderung an die Trägerfrequenzgenauigkeit der Basisstation stellt, können sich z.B. durch Dopplereffekte scheinbare Abweichungen der Basisstationen untereinander von einigen kHz ergeben. Zusätzliche Abweichungen können durch Schaltverhalten und Schaltverzögerung entstehen, dadurch dass im Empfänger auf eine an-

dere Trägerfrequenz umgeschaltet werden muss. Weiterhin sind Abweichungen möglich, wenn bei dem Oszillator oder der nachgeschalteten PLL-Regelschleife zur Frequenzableitung der Rasterfrequenzen die erzeugte Frequenz von der eingestellten

5 abweicht und die Differenz von der eingestellten Frequenz abhängt. Ein Beispiel für eine solche Abweichung wäre eine unbekannte Nichtlinearität in der Ansteuerungskennlinie des Oszillators.

- 10 Ein weiteres Szenario für gewollte schnelle und zeitlich exakte Änderungen der Trägerfrequenz ist die Anfangsakquisition nach dem Einschalten des Mobilfunkgerätes. Es muss davon ausgegangen werden, dass der Frequenzversatz des Oszillators so weit neben der tatsächlichen Trägerfrequenz liegt, dass kein
- 15 Signal mehr empfangen oder gefunden werden kann. Wünschenswert ist in diesem Fall eine Signalsuche auf mehreren leicht versetzten Frequenzen. Der Umschaltvorgang zwischen den einzelnen Frequenzen sollte hierbei so schnell und exakt wie möglich erfolgen. Beides wird durch einen Tiefpass im Regel-
- 20 kreis beeinträchtigt.

- Bei gängigen Lösungen ist eine direkte schnelle Korrektur der Mittenfrequenz in Kombination mit der Ansteuerung des Oszillators nicht vorgesehen. Beispielsweise wird für die schnellen
- 25 Wechsel zwischen den Basisstationen in dem genannten "Inter-Frequency Compressed-Mode" der AFC-Regelalgorithmus für den Oszillator in der Messlücke für die zweite Basisstation angehalten und der letzte Wert in der Regelkette beibehalten, ohne dass an anderer Stelle nachkorrigiert wird. Sobald der Empfang wieder auf die ursprüngliche Basisstation
- 30 zurückgeschaltet wird, wird der Regelalgorithmus an der alten Stelle fortgesetzt. Hier werden somit Einbußen der Empfangsqualität in der Messlücke in Kauf genommen.
- 35 Eine weitere Möglichkeit besteht darin, den AFC-Regelkreis einfach weiterlaufen zu lassen. Falls die Reaktion des Regelkreises schnell genug ist, um innerhalb der Lücke zu reagie-

ren, wird eine Verschlechterung der Empfangsqualität in den Übergangsbereichen in Kauf genommen. Dies ist in der Fig. 1 dargestellt.

- 5 Das Umschalten der Suchfrequenz für die Anfangsakquisition nimmt ebenfalls eine längere Reaktionszeit des normalen Regelkreises in Kauf.

Es ist somit Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein System
10 und ein Verfahren für eine Frequenzkorrektur in einer Empfangsvorrichtung anzugeben, mit denen auch bei Unterbrechungen des normalen Sende-/Empfangs-Betriebszustandes, insbesondere beim Umschalten einer Mobilstation auf eine mit einer anderen Trägerfrequenz arbeitende Basisstation, eine Verschlechterung der Empfangsqualität vermieden wird.
15

Diese Aufgabe wird durch die Merkmale der unabhängigen Patentansprüche gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen und Ausgestaltungen sind in den Unteransprüchen angegeben.

20

Ein wesentlicher Gedanke der Erfindung besteht in der Bereitstellung eines Systems zur Frequenzkorrektur in einer Empfangsvorrichtung, welches zwei unabhängig voneinander aktivierbare Regeleinrichtungen aufweist, mit welchen eine Frequenzabweichung detektiert und korrigiert werden kann, wobei
25 die Detektion durch eine von beiden Regeleinrichtungen gemeinsam genutzte Einrichtung erfolgen kann. Das System weist eine Detektionseinrichtung zur Detektion einer Frequenzabweichung, eine erste Regeleinrichtung zur entsprechenden Korrektur der einer Mischerstufe zugeführten Frequenz auf der Basis
30 der detektierten Frequenzabweichungen auf. Außerdem weist das System eine zweite Regeleinrichtung zur nachträglichen rechnerischen Korrektur mittels eines geeigneten Algorithmus auf.

- 35 Es kann vorgesehen sein, dass die zweite Regeleinrichtung, die in der ersten Regeleinrichtung vorhandenen Mittel zur Detektion der Frequenzabweichung mitbenutzen kann.

Der in der zweiten Regelschleife verwendete geeignete Algorithmus kann beispielsweise der sogenannte CORDIC-Algorithmus sein.

5

Die erste Regeleinrichtung kann als analoge Frequenzregelung angesehen werden, bei der aktiv in den Verarbeitungsprozess des empfangenen Signals eingegriffen wird und die Mischfrequenz, mit der das empfangene Hochfrequenzsignal in das Basisband gemischt wird, entsprechend einer detektierten Frequenzabweichung korrigiert wird. Die zweite Regeleinrichtung kann dagegen als digitale Frequenzregelung angesehen werden, bei der aufgrund einer detektierten Frequenzabweichung lediglich passiv eine nachträgliche, beispielsweise CORDIC-basierte rechnerische Korrektur der Frequenzabweichung vorgenommen wird. Die Frequenzkorrektur mittels des CORDIC-Algorithmus ist beispielsweise in der deutschen Offenlegungsschrift DE 199 48 899 A1 beschrieben, welche hiermit vollständig in den Offenbarungsgehalt der vorliegenden Anmeldung aufgenommen wird.

20

Als ein geeigneter Algorithmus für die zweite Regeleinrichtung kann anstelle des CORDIC-Algorithmus auch ein anderer Algorithmus verwendet werden, bei dem ebenfalls die Frequenzabweichung durch eine entsprechende Gegenrotation des komplexen Empfangssignals kompensiert wird.

25

Das erfindungsgemäße System schafft die Möglichkeit, situations- und modusabhängig die eine oder die andere der beiden Frequenzregeleinrichtungen oder auch beide Frequenzregeleinrichtungen in Kombination zu aktivieren. Das System kann insbesondere so ausgebildet sein, dass nur jeweils eine der beiden Regeleinrichtungen aktiv ist. Beispielsweise kann die erste Regeleinrichtung im Normalbetrieb der Empfangsvorrichtung aktiviert sein, während die zweite Regeleinrichtung während vorbestimmter Betriebszustände aktiviert wird. Wenn das System innerhalb einer Mobilstation eines Mobilkommunikations-

30

35

systems zum Einsatz kommt, kann die erste Regeleinrichtung während des Empfangsbetriebs mit einer Basisstation aktiviert werden, und die zweite Regeleinrichtung kann während eines Umschaltens des Sende-/Empfangsbetriebs auf eine andere Basisstation aktiviert werden.

Gemäß einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Systems kann die erste Regeleinrichtung eine PLL-Regelschleife aufweisen, welche einen ersten spannungsgesteuerten Oszillator (VCO) enthält, dessen Ausgangsfrequenz der Mischerstufe zugeführt wird. Dabei kann insbesondere die erste Regeleinrichtung einen zweiten spannungsgesteuerten Oszillator (VCO), insbesondere einen Quarz-Oszillator aufweisen, welchem ein aufgrund der Detektion der Frequenzabweichung erzeugtes Regelsignal zugeführt wird, und dessen Ausgangsfrequenz die Eingangsfrequenz der PLL-Regelschleife ist. Vor dem zweiten spannungsgesteuerten Oszillator kann insbesondere ein Tiefpassfilter eingesetzt sein.

Gemäß einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Systems kann die erste Regelschleife Mittel zur Detektion der Frequenzabweichung aufweisen, welche von einem RAKE-Empfänger umfasst sind und welche an ihrem Ausgang ein Frequenzabweichungssignal erzeugen. Die erste Regeleinrichtung kann ferner Mittel zur Erzeugung einer Steuerspannung aufweisen, denen das Frequenzabweichungssignal zugeführt wird und die ihrerseits die Steuerspannung dem zweiten spannungsgesteuerten Oszillator zuführen.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform des erfindungsgemäßen Systems kann die zweite Regelschleife eine im Empfangspfad enthaltene CORDIC-Berechnungseinheit aufweisen, welche durch ein Steuersignal aktivierbar und steuerbar ist. Mit der Abgabe und Bereitstellung des Steuersignals kann gleichzeitig die erste Regeleinrichtung deaktiviert werden.

Die Erfindung bezieht sich ebenso auf ein Verfahren zur Frequenzkorrektur in einer Empfangsvorrichtung, bei welchem in einem ersten Betriebszustand eine Frequenzabweichung empfangener Signale detektiert und einer Mischerstufe eine korrigierte Frequenz zugeführt wird, und in einem zweiten Betriebszustand eine Frequenzabweichung empfangener Signale detektiert und eine nachträgliche rechnerische Frequenzkorrektur auf der Basis eines geeigneten Algorithmus, insbesondere des CORDIC-Algorithmus durchgeführt wird.

10

Das erfindungsgemäße Verfahren kann in einer Mobilstation eines Mobilkommunikationssystems durchgeführt werden, wobei der erste Betriebszustand durch den normalen Sende-/Empfangsbetrieb mit einer Basisstation dargestellt wird und der zweite Betriebszustand ein Zustand ist, bei welchem der Sende-/Empfangsbetrieb auf eine andere Basisstation umgeschaltet wird. Dabei kann im ersten Betriebszustand aufgrund der Detektion der Frequenzabweichung ein Frequenzabweichungssignal erzeugt werden und eine von dem Frequenzabweichungssignal abgeleitete Steuerspannung kann einem spannungsgesteuerten Oszillator (VCO) zugeführt werden. Die Ausgangsfrequenz des spannungsgesteuerten Oszillators wird einer PLL-Regelschleife zugeführt und deren Ausgangsfrequenz wird wiederum der Mischerstufe zugeführt. Während des zweiten Betriebszustandes kann die im Zeitpunkt des Umschaltens von dem ersten in den zweiten Betriebszustand von dem spannungsgesteuerten Oszillator abgegebene Ausgangsfrequenz beibehalten werden. Der spannungsgesteuerte Oszillator wird gewissermaßen "eingefroren". Damit ist zwar die von ihm abgegebene und der PLL-Regelschleife zugeführte Ausgangsfrequenz und die von der PLL-Regelschleife der Mischerstufe zugeführte Frequenz nicht korrekt. Dies ist jedoch unwesentlich, da die Frequenzkorrektur während des zweiten Betriebszustandes durch die zweite, insbesondere CORDIC-basierte Regeleinrichtung durchgeführt wird.

35

Nachfolgend wird die Erfindung anhand von Diagrammen und einer Ausführungsform noch näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 die Frequenzeinstellung und die Signalqualität eines konventionellen frequenzkorrigierten Systems gegenüber der Zeit und den Betriebsmodi;

5

Fig. 2 die Frequenzeinstellung und die Signalqualität eines erfindungsgemäßen Systems zur Frequenzkorrektur gegenüber der Zeit und den Betriebsmodi; und

10 Fig. 3 eine Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Systems zur Frequenzkorrektur.

In der Fig. 3 ist ein System 100 zur Frequenzkorrektur innerhalb einer Empfangsvorrichtung eines Mobilkommunikationssystems dargestellt. Diese Darstellung zeigt im rechten und unteren Abschnitt einen Empfangssignalverarbeitungs-Chip und in einem linken oberen Abschnitt externe Komponenten. Das System 100 umfasst sowohl Komponenten auf dem Empfangssignalverarbeitungs-Chip als auch externe Komponenten. Mit den gestrichelten Linien sind die Regelschleifen RS1 und RS2 gekennzeichnet. Die Regelschleife RS1 betrifft die aktive, analoge Frequenzkorrektur, mit der die der Mischerstufe zugeführte Frequenz verändert wird. Die Regelschleife RS2 betrifft eine digitale Frequenzkorrektur auf der Basis des CORDIC-Algorithmus.

Ein Empfangssignal wird durch den Duplexer 8 dem RF-Empfangs-Chip 19 zugeführt. Darin enthalten ist eine Mischer-/Verstärker-/Filter-Baugruppe 18, in welcher das Empfangssignal in einer Mischerstufe in das Basisband gemischt, verstärkt und gefiltert wird. Der Mischerstufe der Baugruppe 18 wird die Frequenz als Ausgangsfrequenz eines zu einem PLL-Regelkreis 15 gehörenden spannungsgesteuerten Oszillators (VCO) 16 zugeführt. Dem PLL-Regelkreis 15 wird eine Eingangsfrequenz f_{BASIS} von einem spannungsgesteuerten Oszillator (VCO) 14 zugeführt.

Das in das Basisband gemischte Empfangssignal wird von der Baugruppe 18 einem Analog-/Digital-Konverter (ADC) 20 zugeführt und anschließend in eine kombinierte Filter-/Abtast-ratenumsetzer-Baugruppe 21 eingegeben. An diese schließt sich
5 im Empfangspfad eine CORDIC-Berechnungseinheit 22 an, die durch Beaufschlagung mit einem Steuersignal f_{cordic} aktiviert werden kann und im nicht-aktiven Zustand von dem Empfangspfad überbrückt wird. Anschließend werden die Signale in einen abschließenden Empfangsfilter, beispielsweise einer als Impuls-
10 former dienenden RRC-Filtereinheit (root raised cosine) 23 gefiltert und in diesem Zustand in einen RAKE-Empfänger 30 eingegeben.

Innerhalb des RAKE-Empfängers 30 befindet sich eine in Hard-
15 ware ausgeführte AFC-Vorverarbeitungsstufe 31, mit welcher eine Frequenzabweichung des Empfangssignals detektiert wird. Dies kann z.B. dadurch geschehen, dass eine Phasendifferenz von zu unterschiedlichen Zeitpunkten empfangenen Signalen er-
fasst wird und diese Phasendifferenz im weiteren als Regel-
20 gröÙe verwendet wird, wie es beispielsweise in der deutschen Offenlegungsschrift DE 101 22 692 A1 beschrieben ist, welche hiermit in den Offenbarungsgehalt der vorliegenden Anmeldung einbezogen wird.

25 Von der AFC-Vorverarbeitungseinheit 31 wird ein Frequenzabweichungssignal generiert und einer in Firmware ausgeführten AFC-Steuereinheit 10 zugeführt. Diese liefert ein Steuersignal an die in Software ausgeführte Oszillator-Steuereinheit 11, von der eine Steuerspannung abgegeben und über ein Oszil-
30 lator-Interface 12 und einen Tiefpassfilter 13 dem Quarz-Oszillator 14 zugeführt wird.

In der ersten Regelschleife RS1 kommt die an sich bekannte AFC-Frequenzkorrektur zum Tragen. In der AFC-Vorverarbei-
35 tungseinheit 31 wird eine Frequenzabweichung festgestellt und mittels der Steuereinheiten 10 und 11 wird eine Steuerspannung an den Quarz-Oszillator 14 geliefert, der wiederum mit

einer veränderten Ausgangsfrequenz f_{BASIS} den PLL-Regelkreis 15 ansteuert, so dass der Oszillator 16 die Mischerstufe mit einer korrigierten Frequenz ansteuert. In der Mischerstufe wird das Empfangssignal direkt oder über eine Zwischenfre-
5 quenz in das Basisband gemischt.

In der zweiten Regelschleife RS2 wird in der CORDIC-Berechnungseinheit 22 eine digitale Frequenzkorrektur auf der Basis des CORDIC-Algorithmus (coordinate rotation digital computer) 10 durchgeführt. Das von der AFC-Vorverarbeitungseinheit erzeugte Frequenzabweichungssignal wird der CORDIC-Berechnungseinheit 22 als Steuersignal f_{CORDIC} von der Steuereinheit 10 übermittelt. Die CORDIC-Berechnungseinheit 22 ist in Hardware ausgeführt und weist beispielsweise eine Reihenschaltung ei-
15 ner Anzahl von Mikrorotationsblöcken auf, in denen jeweils ein eine Inphase-Komponente und eine Quadratur-Komponente aufweisender Vektor um einen vorgegebenen Winkel gedreht wird, wie es beispielsweise in der bereits genannten deutschen Offenlegungsschrift DE 199 48 899 A1 beschrieben wurde.
20 Es versteht sich somit, dass eine CORDIC-basierte Regelung darauf beruht, dass zu Beginn des Empfangspfades eine Aufspaltung in einen Inphase- und Quadraturzweig vorgenommen wird.

25 Das erfindungsgemäße System wird beispielsweise in einem 3GPP-UMTS-FDD-Mobilfunksystem eingesetzt. In diesem findet von Zeit zu Zeit seitens der Mobilstation ein Umschalten zu einer anderen Basisstation (BTS) zu Messzwecken statt. Während sich die Mobilstation in dem zweiten Betriebsmodus befindet, wird die Frequenzkorrektur nur durch die zweite Regelschleife RS2 durchgeführt. Die AFC-Vorverarbeitungseinheit 31 detektiert weiterhin etwaige noch vorhandene Frequenzabweichungen und liefert entsprechende Frequenzabweichungssignale an die AFC-Steuereinheit 10, wobei die Frequenzabweichungssignale von der CORDIC-Berechnungseinheit verwendet
35 werden.

Die Erfindung löst somit die Aufgabe durch eine kombinierte Regelung der Mittenfrequenz. Zum einen bleibt die Standardregelung durch die AFC-Frequenzkorrektur über den Oszillator 14 erhalten. Diese korrigiert den Frequenzversatz unter normalen Bedingungen und enthält im Regelkreis die oben erwähnte Stabilisierung durch Tiefpassfilterung mittels des Tiefpassfilters 13. Zum anderen wird eine zusätzliche Regelung durch Ansteuerung der in Hardware gebildeten CORDIC-Berechnungseinheit 22 im digitalen Frontend vorgesehen. Auf diese Weise kann ohne nennenswerte Verzögerung und unabhängig von der Ansteuerung des Oszillators 14 die Mittenfrequenz des empfangenen Signals durch nachträgliche rechnerische Korrektur verschoben werden.

Für das Beispiel des bereits genannten "Inter-Frequency Compressed-Mode" kann während der Compressed-Mode-Lücke die Regelung des Oszillators 14 eingefroren werden, so dass fortan eine Regelung nur noch über den digitalen Regelkreis RS2 erfolgt. Die sofort verfügbare Verschiebung der Mittenfrequenz basiert gegebenenfalls bereits auf Messungen vorhergehender Compressed-Mode-Lücken. Beim Zurückschalten auf die ursprüngliche Basisstation wird der digitale Regelkreis RS2 wieder deaktiviert und die alte Mittenfrequenz ist sofort verfügbar. In der Fig. 2 ist angedeutet, wie durch verbesserte Frequenzkorrektur auf der Basis des erfindungsgemäßen Verfahrens die Signalqualität konstant gehalten werden kann.

Es kann ebenso vorgesehen sein, dass beide Regelkreise RS1 und RS2 gleichzeitig arbeiten, um somit in bestimmten Situationen eine exaktere Frequenzkorrektur zu erreichen. Es ist jedoch vorzuziehen, dass insbesondere bei kurzfristig nötigen Frequenzkorrekturen nur der zweite Regelkreis RS2 aktiviert wird, um den Oszillator-Regelkreis RS1 nicht zu beeinträchtigen.

Patentansprüche

1. System zur Frequenzkorrektur in einer Empfangsvorrichtung, mit

- 5 - einer Detektionseinrichtung (31) zur Detektion einer Frequenzabweichung empfangener Signale,
- einer ersten Regeleinrichtung (RS1) zur entsprechenden Korrektur der einer Mischerstufe zugeführten Frequenz auf der Basis der detektierten Frequenzabweichung,
- 10 - einer zweiten Regeleinrichtung (RS2) zur nachträglichen rechnerischen Korrektur der detektierten Frequenzabweichung mittels eines geeigneten Algorithmus.

2. System nach Anspruch 1,

- 15 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, dass
- der geeignete Algorithmus der CORDIC-Algorithmus ist.

3. System nach Anspruch 1 oder 2, welches so ausgebildet ist, dass jeweils nur eine der beiden Regeleinrichtungen (RS1,

- 20 RS2) aktiviert ist.

4. System nach Anspruch 3, welches so ausgebildet ist, dass die erste Regeleinrichtung (RS1) im Normalbetrieb aktiviert ist, während die zweite Regeleinrichtung (RS2) während vorbestimmter Betriebszustände aktiviert ist.

- 5. System nach Anspruch 4 für eine Mobilstation eines Mobilkommunikationssystems, welches System so ausgebildet ist, dass die erste Regeleinrichtung (RS1) während des Empfangsbetriebs mit einer Basisstation aktiviert ist und die zweite Regeleinrichtung (RS2) während eines Umschaltens des Sende-/Empfangsbetriebs auf eine andere Basisstation aktiviert ist.
- 30

- 6. System nach einem der vorhergehenden Ansprüche, in welchem
- 35 die erste Regelschleife (RS1) eine PLL-Regelschleife (15) aufweist, welche einen ersten spannungsgesteuerten Oszillator

(16) enthält, dessen Ausgangsfrequenz der Mischerstufe zugeführt wird.

7. System nach Anspruch 6, in welchem die erste Regelschleife (RS1) einen zweiten spannungsgesteuerten Oszillator (14), insbesondere einen Quarz-Oszillator (14) aufweist, welchem ein aufgrund der Detektion der Frequenzabweichung erzeugtes Regelsignal zugeführt wird, und dessen Ausgangsfrequenz die Eingangsfrequenz der PLL-Regelschleife (15) ist.

10

8. System nach Anspruch 7, in welchem die erste Regelschleife (RS1) einen Tiefpassfilter (13) vor dem zweiten spannungsgesteuerten Oszillator (14) aufweist.

9. System nach einem der vorhergehenden Ansprüche, in welchem die erste Regelschleife (RS1) Mittel zur Detektion der Frequenzabweichung (31) aufweist, welche Detektionsmittel (31) von einem RAKE-Empfänger (30) umfasst sind, und welche an ihrem Ausgang ein Frequenzabweichungssignal erzeugen.

20

10. System nach Anspruch 9, in welchem die erste Regelschleife (RS1) Mittel zur Erzeugung einer Steuerspannung (10, 11) aufweist, denen das Frequenzabweichungssignal zugeführt wird und die ihrerseits die Steuerspannung dem zweiten spannungsgesteuerten Oszillator (14) zuführen.

25

11. System nach einem der vorhergehenden Ansprüche, in welchem die zweite Regelschleife eine im Empfangspfad enthaltene CORDIC-Berechnungseinheit (22) aufweist, welche durch ein Steuersignal (f_{cordic}) steuerbar ist.

30

12. System nach Anspruch 11, in welchem bei Abgabe des Steuersignals (f_{cordic}) gleichzeitig die erste Regelschleife (RS1) deaktivierbar ist.

35

13. Verfahren zur Frequenzkorrektur in einer Empfangsvorrichtung, bei welchem

- in einem ersten Betriebszustand eine Frequenzabweichung empfangener Signale detektiert und einer Mischerstufe eine korrigierte Frequenz zugeführt wird, und
- in einem zweiten Betriebszustand eine Frequenzabweichung empfangener Signale detektiert und eine nachträgliche rechnerische Frequenzkorrektur auf der Basis eines geeigneten Algorithmus durchgeführt wird.

14. Verfahren nach Anspruch 13,

- dadurch gekennzeichnet, dass
- der geeignete Algorithmus der CORDIC-Algorithmus ist.

15. Verfahren nach Anspruch 13 für die Verwendung in einer Mobilstation eines Mobilkommunikationssystems, bei welchem

- Verfahren der erste Betriebszustand den normalen Send-/Empfangsbetrieb mit einer Basisstation darstellt und der zweite Betriebszustand ein Zustand ist, bei welchem der Send-/Empfangsbetrieb auf eine andere Basisstation umgeschaltet wird.

16. Verfahren nach Anspruch 13 oder 14, bei welchem im ersten Betriebszustand aufgrund der Detektion der Frequenzabweichung ein Frequenzabweichungssignal erzeugt wird, eine von dem Frequenzabweichungssignal abgeleitete Steuerspannung einem spannungsgesteuerten Oszillator (14) zugeführt wird, dessen Ausgangsfrequenz einer PLL-Regelschleife (15, 16) zugeführt wird, und deren Ausgangsfrequenz der Mischerstufe zugeführt wird.

17. Verfahren nach Anspruch 16, bei welchem während des zweiten Betriebszustands die im Zeitpunkt des Umschaltens von dem ersten in den zweiten Betriebszustand von dem spannungsgesteuerten Oszillator abgegebene Ausgangsfrequenz beibehalten wird.

Zusammenfassung

Frequenzkorrektur in einem Mobilfunkempfänger mittels einer analogen und einer digitalen

5

In einem Mobilkommunikationssystem ist ein System zur Frequenzkorrektur in einer Empfangsvorrichtung vorgesehen, welche eine erste Regeleinrichtung (RS1) zur Detektion einer Frequenzabweichung empfangener Signale und zur entsprechenden

10 Korrektur der einer Mischerstufe zugeführten Frequenz und eine zweite Regeleinrichtung (RS2) zur Detektion einer Frequenzabweichung empfangener Signale und zu ihrer nachträglichen rechnerischen Korrektur auf der Basis des CORDIC-Algorithmus aufweist.

15

(Fig. 3 für die Zusammenfassung)

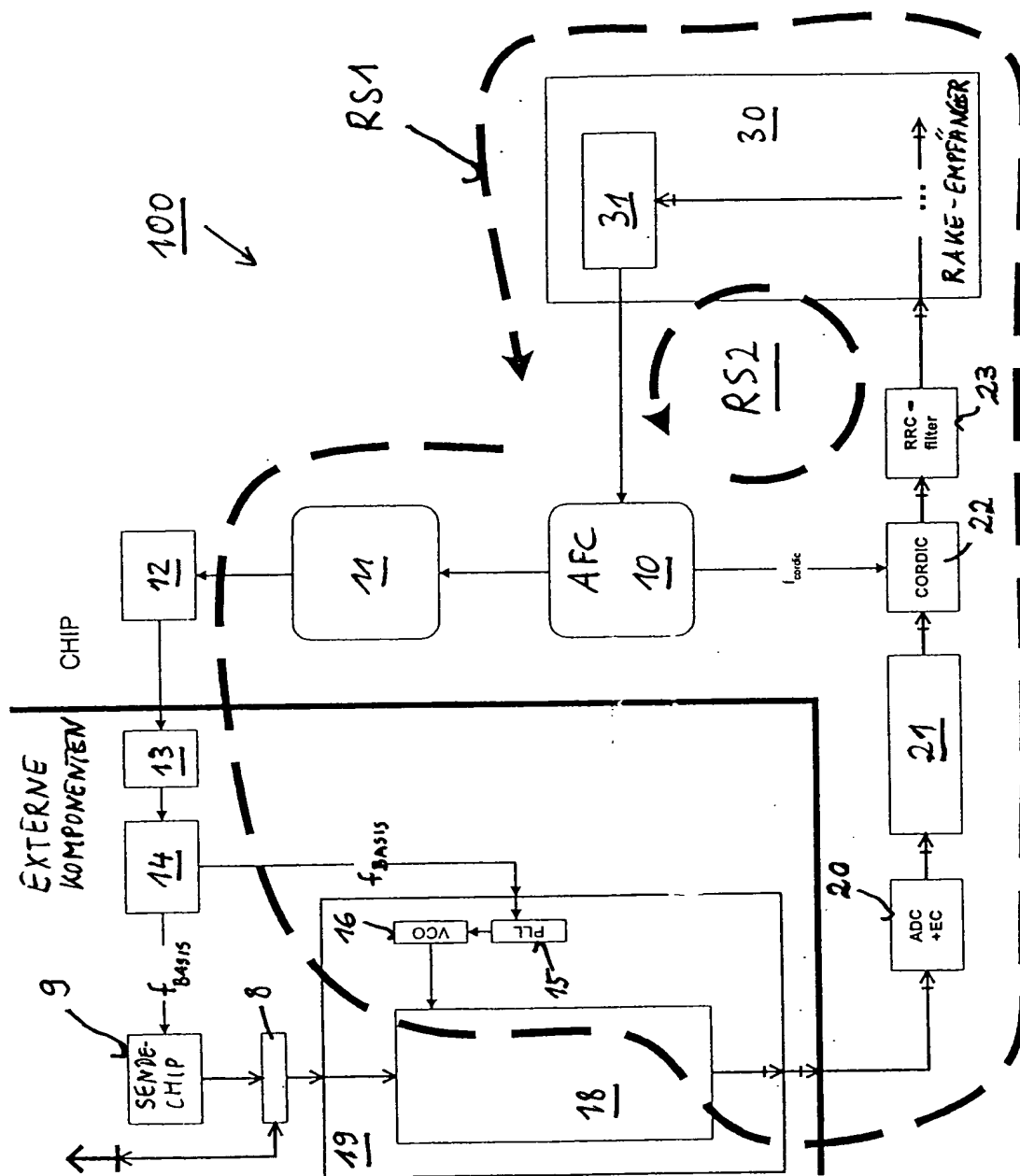


Fig. 3

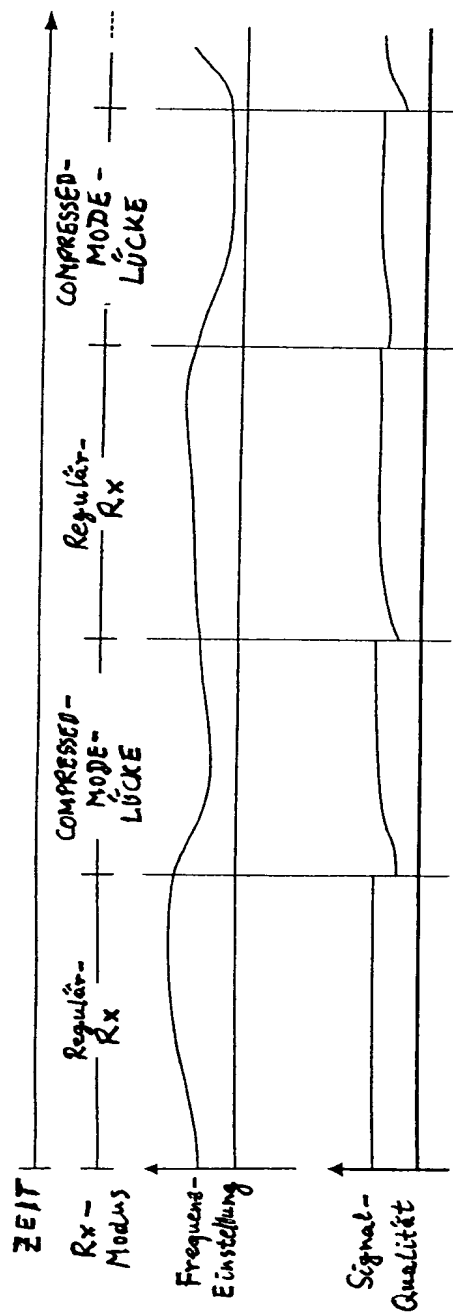


Fig. 1

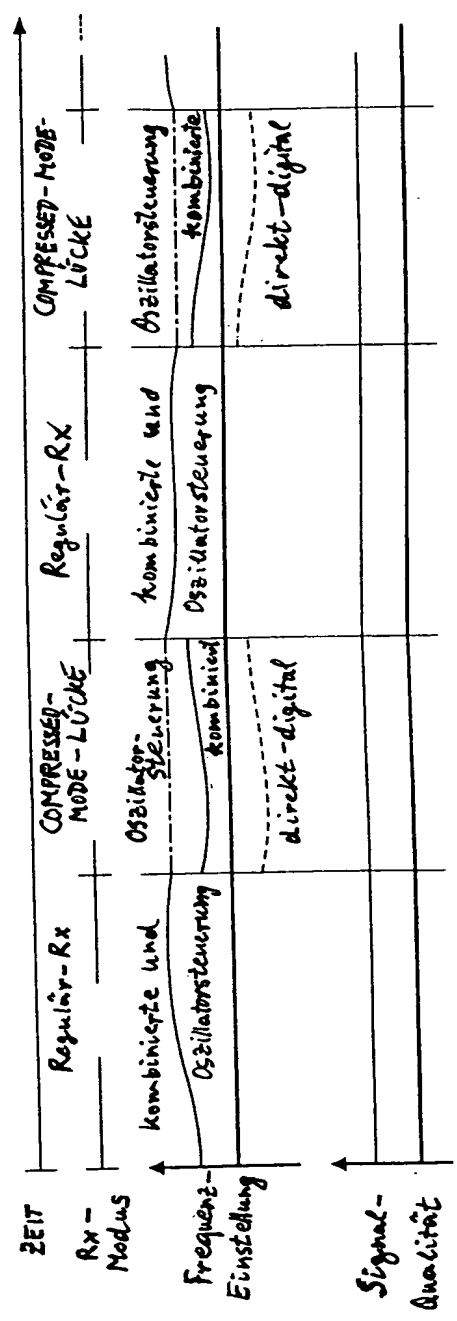


Fig. 2

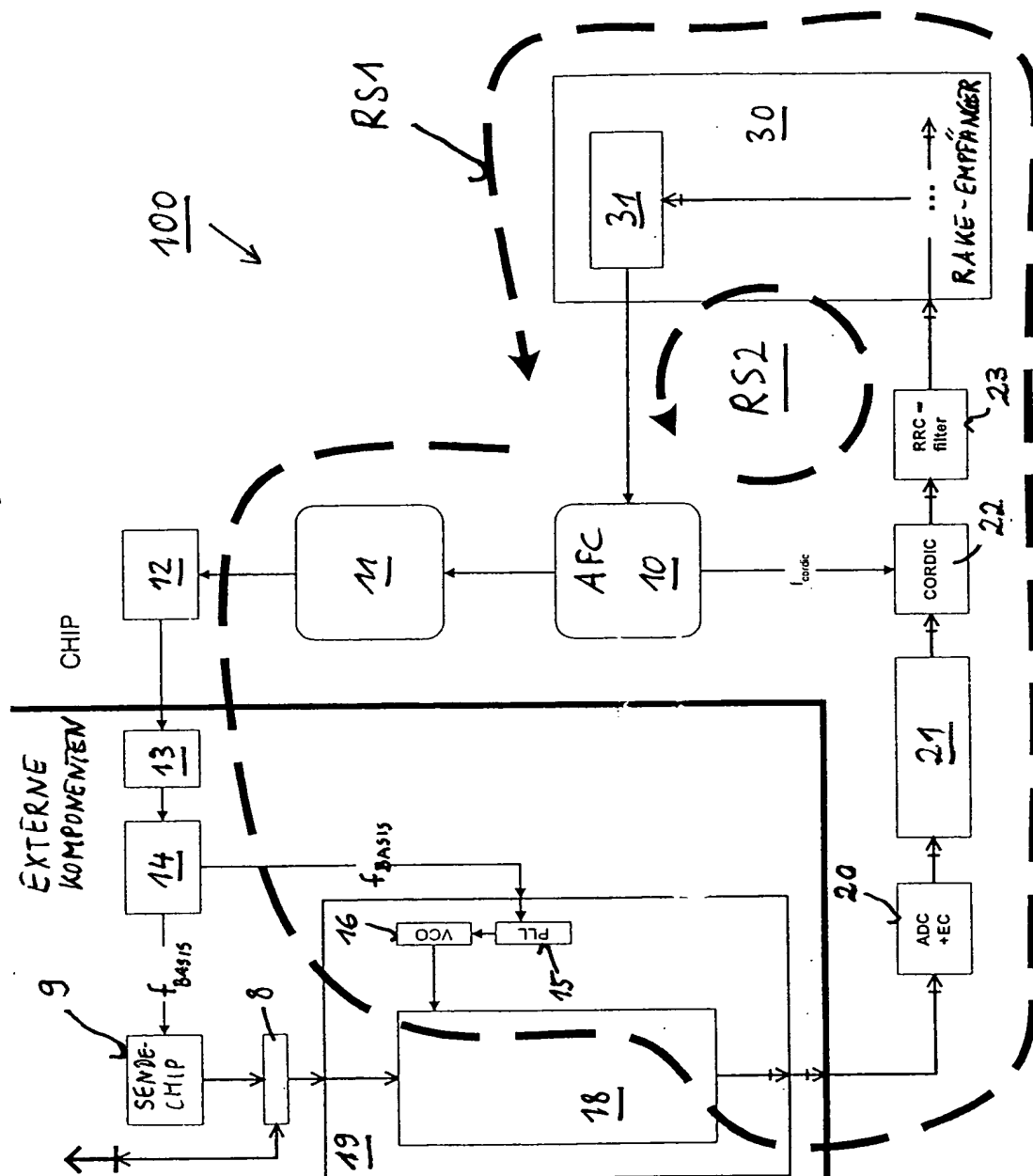


Fig. 3